

УДК:551.24.01+(553.4)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-4>

## О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ. ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВАЯ ТЕОРИЯ

© 2019 г. Т. Т. Казанцева

**Реферат.** Верхняя, сравнительно тонкая оболочка нашей планеты, называемая земной корой, сложена геологическим веществом нескольких уровней организации, для каждого из которых свойственно особое строение — структура. Потому геологическое вещество и структура являются основными предметами изучения в любой теории формирования земной коры. Не является исключением и шарьяжно-надвиговая. Но если шарьяжно-надвиговой структуре нами уделено достаточное внимание, то все проблемы, связанные с геологическим веществом, раньше вообще не рассматривались. Однако без вещества не может быть ни земной коры, ни теории ее формирования. Проблемы, связанные с веществом земной коры, решались в ряде индивидуальных трудов Т.Т. Казанцевой. Идеино обеспечены и разработаны проблемы происхождения и развития геологического вещества активных зон складчатых областей. В ином ключе решены вопросы формационного анализа, периодичности геологических событий. Введено новое понимание тектонических стадий, циклов и этапов. С иных позиций, чем это было принято раньше, рассмотрена эволюция осадко-накопления и магматизма.

**Ключевые слова:** структура, шарьяжи, надвиги, аллохтоны, формации, магматизм, метаморфизм, рудообразование, нефтегазонакопление, закономерности развития, эволюция, геодинамика

## ON THE FUNDAMENTAL PROBLEMS OF EVOLUTION OF EARTH THE CRUST. THRUST THEORY

T. T. Kazantseva

**Abstract.** The upper, relatively thin shell of our planet, called the Earth's crust, is composed of geological matter of several levels of organization, for each of which a special structure is peculiar. Therefore, geological matter and structure are the main subjects of study in any theory of the formation of the earth's crust. No exception are nappes (sharriages). But if the latter is such a structure, then sufficient attention is paid to all the problems associated with the geological substance that were not even considered previously. However, without matter there can be neither the earth's crust nor the theory of its formation. The problems associated with the matter of the earth's crust were solved in a number of individual works of T.T. Kazantseva. The problems of the origin and development of the geological substance of the active zones of the folded areas are provided and developed. In a different way, the issues of formational analysis, the frequency of geological events are resolved. A new understanding of tectonic stages, cycles and stages has been introduced. The evolution of sediment accumulation and magmatism is considered from a different position than was previously accepted.

**Keywords:** structure, sharrriages, thrusts, allochthons, formations, magmatism, metamorphism, ore formation, oil and gas accumulation, patterns of development, evolution, geodynamics

В наши дни в геотектонике господствует мобилистская доктрина. В составе ее известны две фундаментальные теории формирования земной коры, каждая из которых представлена двумя геодинамическими стадиями — растяжения и сжатия.

Это теории субдукционная или новая глобальная тектоника и обдукционная или шарьяжно-надвиговая. Каждая из них объясняет важнейшие геологические процессы, происхождение структур, образование полезных ископаемых с присущих ей

**Для цитирования:** Казанцева Т.Т. О фундаментальных проблемах эволюции земной коры. Шарьяжно-надвиговая теория // Геологический вестник. 2019. № 2. С. 42–57. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-4>.

**For citation:** Kazantseva T.T. On the fundamental problems of evolution of Earth the crust. Thrust theory // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 2. P. 42–57. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-4>.

позиций. Предыдущая геосинклинальная теория ушла в прошлое и в настоящее время больше не развивается. Она была востребованной более века, обогатив континентальную геологию рядом необходимых в развитии литосферы закономерностей, являясь основой изучения основных геологических процессов. Давно известно, что поиски закономерностей — это необходимость развития любого теоретического учения. Наиболее сильной стороной геосинклинальной теории являлась структурная геология, которая, несомненно, служила основой поисков и разведки полезных ископаемых. Важнейшим достижением этой теории было, как мне представляется, введение понятия о геологической формации, как геовещественной единице надпородного уровня, образованной в определенных тектонических условиях и являющейся основой формационного анализа. Но в нашей стране наиболее используемой являлась фиксистская модель геосинклинального процесса, которая была уже не в состоянии объяснять новые факты и знания, а потому свои возможности исчерпала. На смену пришла тектоника литосферных плит, основанная преимущественно на геофизических исследованиях и глубоководном бурении в океанах. Тектоника плит достаточно хорошо объясняет геологию последних, но не всегда однозначно представляет строение и развитие континентов. В тех случаях, когда она касается рождения океанической коры, особенно строения, происхождения и развития офиолитовых серий, она удачно согласуется с фактическими данными для стадий растяжения литосферы в целом и может быть успешно использована при рассмотрении этих периодов развития. Решение «гипербазитового парадокса» явилось самой сильной стороной тектоники плит. Что же касается тектонического режима сжатия, то механизм формирования земной коры через субдукцию пока не доказан и находится в стадии разработки. По существу, он не удачнее фиксистской «базификации». В основном это относится к проблемам происхождения и эволюции магматизма [Добрецов и др., 2015]. В новых публикациях академик РАН сосредоточил внимание на явных противоречиях, присутствующих в работах многочисленных исследователей, в основном зарубежных. В них предприняты попытки объяснить происхождение магматизма примерно так. Субдукция океанической плиты осуществляется до глубин, соответствующих давлению, необходимому для появления эклогитов. Происходит заклинивание ее и следующее затем экску-

мирование в результате изменения направления движения плиты в противоположную сторону. Эксгумация продолжается до тех пор, пока не будут достигнуты глубины, на которых давление соответствует образованию островодужных вулканитов андезитового состава, сопровождающихся интрузиями диоритов и дайковыми сериями. Следовательно, в соответствии с субдукционной моделью, состав магматизма складчатых областей исходит из океанической коры и является следствием эксгумации. Согласно общеизвестным знаниям андезиты представляют собой излившиеся породы порфировой структуры, состоящие, как правило, из плагиоклаза среднего состава и темноцветных минералов, таких как пироксены и амфиболы. Если в составе амфиболов преобладает роговая обманка и ею представлены порфиновые выделения, то такую породу именуют адакитами.

Субдукционной противопоставляется обдукционная модель происхождения изверженных горных пород, развитых в геологически активных зонах складчатых областей геологического прошлого. Отличительными чертами субдукционной и обдукционной моделей магматизма являются разные методологические принципы и методические приемы изучения. Первая из названных основана на принципе актуализма. Ее объектом изучения является молодой магматизм, преимущественно развитый на современных островных дугах. Основная методика изучения его базируется на глубинных физико-химических процессах. Потому придается большое значение глубинному фактору, а не тектоническим напряжениям тангенциального сжатия. Вторая следует эволюционным законам развития. Объектами изучения являются активные зоны складчатых областей, где производные магматизма геологического прошлого широко развиты. Методы, используемые при этом, основаны на структурных исследованиях, формационном анализе и вещественно-структурной методике геодинамических реконструкций. Большое значение придается закономерностям развития земной коры в различных областях геологических знаний. Они установлены в разные годы многими исследователями, в том числе и авторами обдукционной (шарьяжно-надвиговой) теории формирования земной коры, которая разрабатывается с 1978 г. в Институте геологии УНЦ РАН докторами наук: М.А. Камалетдиновым, Ю.В. Казанцевым и Т.Т. Казанцевой при равнозначном участии. Наиболее важными из закономерностей *в области структурной геологии* являются нижеследующие.

В строении складчатой области участвует сложный комплекс разновозрастных и разноранговых аллохтонов, последовательно надвинутых в сторону платформы. Среди аллохтонных структур выделяются: **тектонические чешуи**, образованные наклонными поверхностями надвигания, **тектонические пластины**, состоящие из нескольких чешуй, объединяемых общей поверхностью смещения и **шарьяжи**, характеризующиеся крупными размерами и большими амплитудами перемещения.

**Шарьяжи, их значение и история открытия на Южном Урале.** Согласно современным представлениям *шарьяжи* являются крупными аллохтонными телами, образованными надвиганием геовещественных масс на большие расстояния — десятки и даже сотни километров. Эти свойства тектонических тел определяют оторванность их от своих корневых зон, что лишает возможности полностью сохранять первоначальную высокую активность. В этом случае они ведут себя как обычные автотонные тела, зависимые от общей тектонической ситуации. Шарьяжные структуры во всем мире развиты преимущественно в активных зонах складчатых областей, сложенных разноранговым геологическим веществом: минералами, породами, формациями, и формационными рядами. Разработанная нами вещественно-структурная методика реконструкции геодинамических режимов [Казанцева, 1981, 1983, 1985, 1987, 2000, 2015; Казанцева, Казанцев, 2010] исходит из положения, определяющего, что комплексы формаций единого генетического типа характеризуют этапы, а формационные ряды — полные тектонические циклы развития конкретной горно-складчатой области. Они образуются в условиях постепенно возрастающего тектонического давления тангенциального сжатия — от минимальных до максимальных значений. При этом для первой половины тектонического цикла свойственен эволюционный характер накопления вещества, а для второй — деформационный. Эволюционный этап характеризуется образованием изверженных пород с гомодромной направленностью вулканизма, сопровождаясь осадконакоплением соответствующего состава. В период развития деформационного этапа происходит накопление флиша, появление олистостром, развитие различных деформаций как пликативного, так и дизъюнктивного характера, происходит активное надвигание геологических масс. Потому ясно, что *шарьяжные структуры являются принадлежностью деформационных этапов развития каждого тектонического цикла*. Не случайно

они приурочены, как правило, к толщам флиша и олистостром.

Изучение шарьяжных структур и их останцов (клиппов) на Южном Урале после длительного периода запрета было возобновлено М.А. Камалетдиновым. Это произошло в начале шестидесятых годов прошлого столетия в районе Уфимского амфитеатра, где еще в тридцатые годы О.Ф. Нейман-Пермяковой выделялись шарьяжные структуры и картировались тектонические останцы, называемые клиппами. Затем в тех же местах в 50-х гг., по словам Г.А. Смирнова: «...На геологической карте южной части Уфимского амфитеатра мной (т.е. Георгием Алексеевичем) в верховьях рек Ургалы и Ураима на площади гор Вязовой и Маяк-Тау (снова) был закартирован выход кремнистых сланцев в окружении обломочных отложений среднего карбона (с запада) и зилаирской свиты (с востока). Кремнистые сланцы были отнесены к силуру. Конечно, такие соотношения толщ на карте выглядят диковато. И когда в эти места приехали геологи из Башкирии И.М. Засадчук, М.А. Камалетдинов и Р.А. Камалетдинов, они подумали, что силурийский возраст кремней был определен ошибочно, что их и побудило поискать органические остатки. Тщательные поиски привели к положительным результатам. В южной части выхода в прослое песчаных пород были встречены брахиоподы верхов ордовика, а в кремнистых сланцах удалось обнаружить граптолиты, свойственные лландоверийскому ярусу силура...» [Смирнов, 1992, стр. 192]. Так были «реабилитированы» шарьяжи Уфимского амфитеатра. Как отмечает в том же источнике дальше Г.А. Смирнов, его «...исследования в амфитеатре, в смысле познания особенностей тектонической структуры этой сложно построенной зоны западного склона Урала...» дополнились «...новыми данными, в том числе и геофизическими...», подтвердив «...выделявшиеся здесь и прежде тектонические чешуи...» [там же, стр. 197]. Эти материалы были опубликованы М.А. Камалетдиновым в статье «О клиппах на Среднем Урале» (Камалетдинов, 1962), но сами тектонические останцы он рассматривал как результат сползания при образовании положительных структур. В журнале Геотектоника за 1965 г. этот автор добавил данные об аллохтонном залегании рифогенных известняков района Мурадымовского ущелья. Начиная с 1967 г. обнаружение надвиговых структур, доказательства шарьяжной тектоники на Южном Урале проводились совместно с Ю.В. Казанцевым, а с 1968 г. — и с Т.Т. Казанцевой. Именно тогда впервые были

доказаны самые крупные на Южном Урале шарьяжи: Сакмарский на юге, а Кракинский на севере Зилаирского синклинория. Раньше они считались поднятиями.

В то время начальник геологосъемочной партии Стерлитамакской геологопоисковой конторы Ю.В. Казанцев впервые закартировал в пределах так называемого «Сакмарского поднятия» ряд тектонических пластин и множество тектонических останцов, залегающих среди поля развития зилаирских пород в пограничной с покровом зоне. Выявленные и изученные им грубообломочные образования он назвал «глыбовыми зонами». Впоследствии они получили определение как олистостромы и меланж. Он показал гетерогенность геологических разрезов силурийских образований, выделив среди них три разнородных, но тектонически близких типа. Описал контактовые зоны сопряжения с подстилающими осадками флиша верхнего девона. Результаты приведены в фондовом отчете 1967 г., а также в совместной с М.А. Камалетдиновым публикации 1968 г. «Об аллохтонном залегании рифейских метаморфических пород в Сакмарской зоне Южного Урала».

В этом же году мною, тоже в должности начальника геологосъемочной партии, при экспедиционных исследованиях на территории западного склона Южного Урала впервые было доказано, что офиолитовые комплексы гор Крака соответствуют океанической коре геологического прошлого, а структурное положение их является аллохтонным. Это зафиксировано: фондовым отчетом 1968 г., публикациями в докладах Академии наук статей: Т.Т. Казанцевой и М.А. Камалетдинова «Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов западного склона Южного Урала», 1969 г., и Т.Т. Казанцевой «К стратиграфии зилаирской серии западного склона Южного Урала», 1970 г. В этом же году в сборнике «Полезные ископаемые Башкирии...», вышла статья Т.Т. Казанцевой «Строение и особенности залегания офиолитовой формации на западном склоне Южного Урала». Думаю, что здесь не лишним явится мнение М.А. Камалетдинова относительно установления аллохтонного положения гор Крака: «...Один из самых крупных выходов гипербазитов располагается на территории Башкортостана, в северной части Зилаирского синклинория, где слагает горы Крака. В 1968–1970 гг. Т.Т. Казанцева изучает геологию названных гор. Благодаря высокой детальности работ она установила, что по краям и между массивами гипербазитов распространен серпентинитовый меланж,

о существовании которого в то время не знали, ошибочно считая, что глыбы кремней являются обнажающимися частями единого пласта большой протяженности. Оказалось, что все выходы пород офиолитовой ассоциации в зоне меланжа: кремни, вулканыты, известняки, сланцы, песчаники — происходят из другой, более восточной формационной зоны и слагают глыбовую брекчию, скрепленную серпентинитовым «цементом». Чтобы доказать это, на сложных узловых участках Т.Т. Казанцева повышает детальность исследований до составления геологических карт масштаба 1:5 000 и 1:2 000. С такой тщательностью здесь раньше никто не работал. Результат оказался для всех совершенно неожиданным. Она установила, что мощные гипербазитовые массивы гор Крака представляют собой аллохтонные массивы ... Это было новым словом в уральской геологии...» [Камалетдинов, 2007, стр. 172–173].

Следом появились и совместные обобщающие публикации М.А. Камалетдинова, Ю.В. Казанцева, Т.Т. Казанцевой: «Складчатые покровы западного склона Южного Урала», 1970 г. и «Особенности строения надвигов и шарьяжей Южного Урала», в том же году и тех же авторов. К этому периоду приурочены и статьи Г.Ф. Селиверстова, И.В. Жилина, В.И. Петрова, А.М. Гогоулана в журнале Разведка и охрана недр в 1969 г.; «О тектоническом покрове в восточной части Уфимского амфитеатра» в Докладах АН СССР, 1970 г.; «О пологих надвигах на западном склоне Урала» в журнале Геотектоника, 1971 г. и др. В 1971 г. в журнале Геотектоника напечатана и статья М.А. Камалетдинова «Шарьяжи Уфимского амфитеатра». В 1972 г. М.А. Камалетдинов защитил докторскую диссертацию на тему «Основные особенности тектоники западного склона Южного Урала», в которой обобщил все названные выше публикации.

Наряду с шарьяжами в тот же период образуются и *пластинчато-чешуйчатые серии*, развитые преимущественно в пределах менее активных зон складчатых областей, таких как передовые прогибы и чехлы платформ. Они также образованы надвигами, нередко осложненными сдвигами [Казанцев, 1981]. Проведенные Ю.В. Казанцевым исследования в области структурной геологии показали чешуйчато-надвиговое строение Предуральского передового прогиба, Юрюзано-Сылвинской депрессии с Уфимским амфитеатром, Магнитогорского синклинория, восточной окраины Восточно-Европейской платформы. Это позволило выявить ряд важнейших закономерностей структурной



геологии и геодинамической истории регионов [Казанцев, 1984; Казанцев и др., 1992; Kazantsev, Kazantseva, Kamaletdinov, 1999]. Разрабатываются новые представления о генезисе грязевых вулканов, солянокупольных структур, сейсмостектонических явлений, структурной позиции медноколчеданных руд. Обосновывается новая методика картирования дислокаций горизонтального сжатия и др. Проводится сравнительный анализ с регионами Крыма, Кавказа, Карпат. По поводу участия в сравнительном анализе складчатых областей мира о Ю.В. Казанцеве М.А. Камалетдинов в книге «Ученые и время» написал так: «...В течение трех полевых сезонов Ю.В. Казанцев нашел убедительные доказательства наличия покровных структур, свидетельствующих о принципиальном сходстве тектоники Урала и Крыма. Несколько раз, приезжая к нему в Крым, я имел возможность убедиться в справедливости и надежности его построений и выводов. Когда я рассказал академику А.В. Пейве об открытии шарьяжей в Крыму, он заметил, что если это подтвердится, то Казанцеву нужно поставить при жизни памятник. Подтвердилось...» [Камалетдинов, 2007, стр. 185]. И дальше: «...Сравнительный анализ всех краевых прогибов мира, выполненный Ю.В. Казанцевым, показал, что все они имеют чешуйчато-надвиговое строение...» (стр. 186). М.А. Камалетдинов приводит и выдержку из письма одного из лучших знатоков геологии Урала, в прошлом директора Института геологии и геохимии РАН в Свердловске, члена-корреспондента Л.Н. Овчинникова, совершившего с нами совместную экспедицию на Урал для осмотра шарьяжных структур. Охарактеризовав Ю.В. Казанцева как «...видного ученого, талантливого и неутомимого исследователя геологии Урала и одного из ярких представителей шарьяжно-надвиговой школы, вооруженного собственными фундаментальными теоретическими разработками, составившего новые геологические и тектонические карты Башкирского Урала, впервые показавшего синформный стиль тектоники его эвгеосинклиальной зоны...», далее пишет: «...Ю.В. Казанцев — исследователь-новатор, активно идущий на ломку сложившихся стереотипов во взглядах на строение Урала... Им предложена новая методология и методика картирования дислокаций горизонтального сжатия, опирающаяся на важнейшие закономерности развития складчатых областей...» (там же, стр. 192).

Тектонические пластины и чешуи отличаются от шарьяжей значительно меньшими амплитудами перемещения, а потому чаще всего связаны со

своими корневыми зонами, что и определяет их длительную геологическую активность. В результате они являются основой целого ряда выявленных закономерностей развития складчатых областей и их обрамлений [Казанцев, Казанцева, 1990], основными из которых являются: общность энергетического источника формирования всех зон складчатой области; многократность периодов надвигания, совпадающих во времени с региональными перестройками структурных планов и накоплением флишевых толщ; фронтальные зоны каждого аллохтона, как правило, оказываются более деформированными. На территории передовых прогибов повсеместно наблюдается закономерное расположение линейных антиклиналей вдоль фронтальных частей тектонических пластин и чешуй. Антиклинальные складки обладают четкой асимметрией крыльев, с более крутым принадвиговым крылом. Там, где толщина аллохтонной пластины значительно увеличена, присутствуют куполовидные поднятия. Степень дислоцированности толщ при однотипном стиле тектоники возрастает от платформы к центру складчатой области. Известны доказательства аллохтонии некоторых складчатых сооружений (Урал, Аппалачи, Добруджа, Крым), надвинутых на сопредельные платформенные основания.

В результате сравнительного анализа структурной геологии ряда складчатых областей Ю.В. Казанцевым написаны монографии: «Тектоника Крыма» с главой «Формирование земной коры Крыма»; «Структурная геология Крыма» с анализом формационных рядов и магматизма; «Структурная геология Предуральского прогиба»; «Структурная геология Магнитогорского синклиория» [Казанцев, 1982, 1984; Казанцев и др., 1989, 1992]. В плане сравнительного анализа с другими складчатыми областями издается и брошюра «Особенности геологического строения Корьякско-Камчатской складчатой области (сравнительный анализ с Уралом)» (Казанцева, 1985).

Следует напомнить, что *шарьяжи, тектонические чешуи и пластины являются главными информативными аллохтонными телами, которые при анализе истории развития земной коры однозначно свидетельствуют о приоритете мобилистской идеологии*. В этом плане картирование структур горизонтального сжатия в складчатых областях является одной из важнейших задач геотектоники. Однако не следует забывать, что первым, кто еще в 1923 г. рассмотрел разломную тектонику Южного Урала не как доминирующие в тот период продоль-

ные сбросы Ф.Н. Чернышева, а серию надвигов, «...приводящих к чешуйчатому строению...», был А.Н. Заварицкий [Смирнов, 1992].

В опубликованной М.А. Камалетдиновым в 1974 г. монографии «Покровные структуры Урала» обобщены все полученные к тому времени материалы по шарьяжной тектонике названной территории. Но модель геологического развития Уральской складчатой области, принятая в этой публикации, предусматривала неоднократную смену в палеозое тектонических напряжений растяжения и сжатия, что исходило из трогового варианта геосинклинальной теории Э. Ога, который не являлся чисто фиксистским. В нашей стране такие взгляды успешно развивал академик А.А. Борисьяк, о чем говорил Н.С. Шатский. В его докладе на Отделении Биологических наук АН СССР 5 июня 1944 г., посвященном памяти ученого, прозвучало, что он «...внес в теорию геосинклиналей принцип развития, принцип эволюции, принцип превращения, а при доказательстве всех своих положений стремился примирить теорию геосинклиналей Ога с теориями Вегенера, которыми увлекался...» [Шатский, 1971, стр. 16].

**К шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры. О ее создании.** Проведенные Т.Т. Казанцевой исследования в первой половине семидесятых годов прошлого столетия на территории геологически активной в палеозое зоны Южного Урала, показали отсутствие неоднократных перестроек структурных планов, наличия угловых и азимутальных несогласий во временных периодах, отмеченных как смена знака напряжений. Следовательно, не подтвердили приведенный выше вариант. В результате были возобновлены совместные дополнительные структурные исследования и, после многократных обсуждений, в конце семидесятых годов опубликована работа [Камалетдинов, Казанцева, Казанцев, 1978] «Основные вопросы формирования земной коры Урала в палеозое», явившаяся программной и положившая начало разработке новой мобилистской теории формирования земной коры.

Ученые, располагающие достаточным количеством новых знаний и личного фактического материала, обладающие общностью методологических принципов и методических приемов исследований, объединяются в коллектив единомышленников, целью которого является разработка обобщающей научной теории, учитывающей современные достижения геологической науки. Как правило, каждый член коллектива выполняет

исследования в соответствии с уровнем своей квалификации в развиваемом им направлении, имеет солидные достижения и открытия. Это высокопрофессиональные геологи, научный актив которых достаточен для участия в столь сложном проекте. Их разработки базируются на хорошо известных и выявленных лично закономерностях, касающихся состава, строения, происхождения и развития вещества всех геологических уровней организации. В соответствии с этим определены задачи исследований, которые бы отразили основную сущность новой теории формирования земной коры. Ими явились: шарьяжная тектоника складчатых областей и фундаментов платформ; структурная геология передовых прогибов и окраин платформ; сравнительный анализ тектоники главных структурных элементов континентов; структурное положение, место и роль офиолитов в формировании земной коры. Кроме того, как известно, современная теория должна бы с единых позиций увязывать и объяснять все известные ко времени ее создания сколько-нибудь значимые данные, обобщения, открытые закономерности и законы, а также разрешать накопившиеся противоречия. С этим была связана необходимость углубленного изучения *особенностей состава, строения и развития геологического вещества* земной коры всех рангов. Это и определило решение таких задач, как формационный анализ геологического вещества, происхождение магматизма и сопровождающего его осадконакопления, генезис полезных ископаемых в соответствии с уровнем современных знаний, выявление периодизации геологических процессов, стадийность, цикличность и этапность. Освещение перечисленных задач стало возможным в результате выполненных авторами геодинамических реконструкций на основе новой вещественно-структурной методики.

Сложность поставленных задач и осуществленных в таком плане разработок показывает, что в решении их не место недостаточно подготовленным в профессиональном плане исследователям, которые допускают промахи, ошибки и несуразности, дискредитирующие теорию, ее сущность и достоверность. Так, стали появляться публикации авантюрного характера с претензиями их авторов на право суждений о смысле теории и значении каждого из авторского коллектива в создании теории формирования земной коры, разработанной М.А. Камалетдиновым, Ю.В. Казанцевым, Т.Т. Казанцевой. Чтобы исключить дальнейший публикционный авантюризм и предотвратить умножение

недоразумений и фальсификаций, остановимся на достижениях каждого из авторов в создании шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры.

Верхняя, сравнительно тонкая оболочка нашей планеты, называемая земной корой, сложена геологическим веществом нескольких уровней организации, для каждого из которых свойственно особое строение — структура. Потому геологические вещество и структура являются основными предметами изучения в любой теории формирования земной коры. Не является исключением и шарьяжно-надвиговая. Но, если шарьяжно-надвиговой структуре уделено достаточное внимание, то все проблемы, связанные с геологическим веществом, раньше вообще не рассматривались. Однако без вещества не может быть ни земной коры, ни теории ее формирования. Проблемы, связанные с веществом земной коры, решались в ряде индивидуальных трудов Т.Т. Казанцевой: «Происхождение и развитие геосинклиналей», 1981; «Тектонические циклы и формационные ряды», 1983; «Шарьяжно-надвиговое строение и особенности геосинклинального развития Урала», 1985; «Аллохтонные структуры и формирование земной коры», 1987 и другие. В результате идейно обеспечены и разработаны проблемы происхождения и развития геологического вещества активных зон складчатых областей. В ином ключе решены вопросы формационного анализа, периодичности геологических событий. Введено новое понимание тектонических стадий, циклов и этапов. С иных позиций, чем это было принято раньше, рассмотрена эволюция осадконакопления и магматизма.

**О зарождении и эволюции магматизма в геоактивных зонах складчатых областей на основе формационного анализа и геодинамических условий накопления геовещества.** При освещении генетических проблем магматизма использованы давно известные закономерности его развития, которыми являлись следующие.

- Высокий процент (до 30% для Урала) кислых вулканитов в составе ранних формаций геоактивных зон складчатых областей (Г.Ф. Червяковский, П.Ф. Сопко и др.). Без привлечения континентальной коры такой состав получить невозможно.
- Пространственно-временная миграция вулканизма от платформы к центру геоактивной зоны складчатой области. Она устанавливается при анализе пространственного размещения однотипных, но разновозрастных формационных

рядов. Для Урала такая латеральная миграция наилучшим образом показана Т.И. Фроловой и А.А. Буриковой [1977]; М.Б. Бородаевской с соавторами (1975 г.), по данным которых наиболее древние ряды располагаются на западе, а молодые последовательно смещаются к востоку.

- Эволюция состава продуктов вулканизма каждого формационного ряда во времени характеризуется гомодромной направленностью. Она заключается в закономерной смене вулканических формаций от основных на ранних этапах развития до кислых и щелочных на средних и поздних. При этом наблюдается постоянное повышение роли калия (Сергиевский и др., 1969; Штейнберг, 1969; Аржавитин, 1972; и др.).
- Широкий возрастной диапазон гранитных интрузий в пределах одной складчатой области; значительное развитие мигматитовых и гранитогнейсовых комплексов, часто окружающих граниты; метасоматическая природа группы массивов; приуроченность их к положительным структурам различного порядка — таковы главные особенности этой формации Урала по Д.С. Штейнбергу (1969).
- Метасоматическая природа габброидов, ассоциирующих с гипербазитовыми комплексами. Приуроченность тел габбро к краевым и подошвенным частям гипербазитовых массивов. Значительная отдаленность времени формирования габброидов от гипербазитов (Морковкина, 1960; Ефимов, Ефимова, 1967; и др.).
- Приуроченность большинства интрузивных образований к концу эволюционного периода тектонических циклов (этапов по иным авторам) [Фролова, Бурикова, 1977; и др.].

Геовещественный состав магматизма и сопровождающего его осадконакопления в пределах активной зоны складчатой области выражены формационными рядами, под которыми понимаются комплексы формаций, характеризующиеся направленной сменой состава и строения во времени и соответствующие тектоническим циклам. В начале каждого ряда образуется вулканическая серия, состоящая из закономерно нарастающих вулканических формаций с четкой тенденцией эволюционного характера их развития. Она начинается недифференцированной базальтовой либо контрастной базальт-риолитовой, сменяется последовательно-дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой, а затем наращивается формацией андезитового состава порфирировой структуры. То есть эволюция вулканической серии

выражена закономерной сменой состава от существенно основных пород на ранних этапах развития тектонических циклов, к средним по составу породам на зрелых, до кислых и щелочных — на поздних. С приведенными соображениями, касающимися эволюции тектонического цикла с заданной гомодромной направленностью магматизма, хорошо согласуются представления о генезисе изверженных горных пород, изложенные в работе Х.С. Йодера и Ц.Е. Тилли [Йодер, 1979]. Согласно им базальты и габбро стабильны лишь до определенных пределов давлений, но не более 13 кбар. На диаграмме экспериментально установленных термодинамических условий стабильности природных эклогитов, базальтов и тахилитов базальты ограничены глубинами 50 км. Теми же исследователями показано, что амфиболиты могли образоваться из габбро либо базальта путем добавления воды при высоких давлениях, а по данным И.Б. Ламберита и Р.И. Уилли «...амфибол перестает быть устойчивым при давлении свыше 30 кбар, т.е. глубине около 100 км...». Ссылаясь на ряд опубликованных источников, Х.С. Йодер [1979] приводит данные о том, что плагиоклаз основного состава и магнезиальный оливин (анортит и форстерит) при давлении 8 кбар образуют ортопироксен + клинопироксен + шпинелевую ассоциацию; что парагенезис анортит + энстатит также существует лишь при сравнительно низком давлении. Уже при 15 кбар он трансформируется в ортопироксен + клинопироксен + кварцевую ассоциацию. При этом «...присутствие в плагиоклазе альбитовой составляющей должно повышать давление, отвечающее пределу стабильности...» (стр. 36). Не менее интересные данные приведены в этой работе и для оливинов. На диаграммах в координатах «давление — температура» для оливиновых толеитов из Айдахо, Снейк-Ривер, Нью-Мексико и др. наблюдается, что «...свыше 13 кбар ни в каких ассоциациях и ни при каких температурах оливин обнаружен не был! ... Ликвидусной фазой выше 10 кбар был клинопироксен, а выше 28 кбар — гранат...» (стр. 139). Уже в соответствии с этим приоритет гомодромного вулканизма позволяет признать характер эволюции геодинамических условий, которые заключаются в возрастании направленного давления от зарождения тектонического цикла к его концу, от начала формирования формационного ряда к его завершению. Подтверждением является нижеследующее.

К настоящему времени установлено, что в начале каждого ряда вулканогенные породы характе-

ризуются преобладающим основным составом, афировой структурой, низким коэффициентом explosивности, глубоководным характером, предельно малым развитием субвулканических, интрузивных и осадочных пород. Постепенно происходит увеличение средних и кислых разностей, возрастают порфирировость пород, коэффициент explosивности и степень дифференциации, все больше становится объем субвулканических, интрузивных и осадочных образований. Среди последних значительная доля принадлежит терригенным осадкам. Трещинный тип излияния сменяется центральным и ареальным. От формации к формации происходит обмеление бассейна осадконакопления. Эти данные объяснимы закономерным уменьшением проницаемости магмовыводящих разломов.

Известно, что среди магматических пород основного состава объем излившихся (эффузивных) разностей преобладает над интрузивными. Обратные соотношения характерны для группы кислых пород. При этом закономерное повышение общего количества легкоплавких минералов к концу тектонического цикла свидетельствует о последовательном понижении температуры кристаллизации от начала к его концу. Следовательно, эволюция вулканической серии осуществлялась при повышающемся давлении и понижающейся температуре.

Создание условий пониженных давлений, необходимых для образования базальтовых пород — начальных членов формационных рядов, может быть также достигнуто в результате тектонического сжатия. В определенные моменты боковое давление снимается скалыванием толщ с последующей их релаксацией. Это способствует плавлению на соответствующей глубине мантийно-коровых масс, обуславливая хорошую проницаемость вышележащих аллохтонов. Среди основных механизмов, вызывающих плавление исходного кристаллического материала Х.С. Йодер [1979] рассматривает модели снятия напряжения сжатием (концепция Уффена) и перехода механической энергии в тепловую. Наиболее привлекательными из них представляются: плавление при сдвиге, плавление в условиях дифференциального стресса, плавление вследствие трения и др. Автор ссылается на литературные данные, согласно которым температура, возникающая вдоль поверхностей скольжения, может приближаться к точке плавления минералов. Видимо, в естественных тектонических условиях скупивания приемлем вариант совместного действия



и соответственно суммарного эффекта названных механизмов. Последнее обстоятельство убеждает нас в возможности его приложения к реальной геологической среде.

Автором сконцентрированы наиболее значимые закономерности эволюции геовещественных комплексов. Ими являются. I. По мере накопления каждой типовой формации наблюдается тенденция: 1) преимущественного развития магматических пород интрузивного типа при небольшом количестве пород эффузивных (излившихся); 2) среди изверженных образований уменьшения объема пород основного состава при возрастании кислых, а также пирокластических и осадочных; 3) в составе флишевой формации изверженные породы отсутствуют или занимают малый объем. II. Развитие тектонического цикла во времени сопровождается: 1) понижением доли излившихся пород в составе изверженных образований, увеличением объема пирокластики; 2) возрастанием интрузивных серий к завершающим этапам развития тектонических циклов; 3) понижением основности пород при росте более кислых членов формации и вытекающей из этого эволюцией химического состава с неуклонным повышением роли сил и щелочей, особенно калия; 4) возрастанием степени дифференциации; 5) увеличением объема осадочной части формации и снижением объемов изверженных пород; 6) постепенным уменьшением кремненакопления, увеличением доли карбонатных, затем терригенных пород; 7) доминирующим развитием терригенных флишевых толщ при малом количестве излившихся серий к концу тектонического цикла. III. В каждом последующем тектоническом цикле по сравнению с предыдущим: 1) объемы вулканических серий уменьшаются, а флишевых — возрастают; 2) среди вулканических серий снижается доля недифференцированных и контрастно-дифференцированных формаций за счет увеличения непрерывных и порфиритовых; 3) растет количество щелочных серий; 4) интрузивные комплексы получают все большее развитие, состав их становится более кислым; 5) количество осадочных пород возрастает; 6) снижается уровень кремненакопления, постепенно возрастает количество хемогенных и терригенных толщ; 7) во флишевых образованиях закономерно меняется состав обломочного материала от вулканогенного через осадочно-вулканогенный до вулканогенно-осадочного; 8) олистостромовые горизонты получают большее развитие; 9) возрастает степень ритмичности при закономерном уменьшении мощности ритмов; 10) время, в течение

которого накапливается типовой формационный ряд, постепенно сокращается.

Используя перечисленные закономерности и в соответствии с вещественно-структурной методикой авторов, согласно которой тектонические условия накопления вещества геоактивных зон складчатой области выражаются структурными особенностями пород, формаций и формационных рядов, определяются геодинамические режимы развития складчатой области, выявляется последовательная их смена во времени. Построение наиболее приближенных к действительности геодинамических моделей предполагает задействование более точных методик, которые должны опираться на соответствующий уровень теоретизации геологической науки, в частности, применение методологического принципа системности природы и рананговость геологического вещества. Так как система, как целостная категория, создается структурой, именно в ней должна быть заложена информация об условиях образования. В таком случае основным методом решения генетических проблем геологических систем всех уровней следует считать изучение не только их состава, но и структуры. Выяснение характера изменчивости структурных особенностей в сопряженных по времени условиях эволюционирующей среды и установление закономерностей их преобразования составляют суть предложенной нами вещественно-структурной методики. Кроме того, поиски информативных критериев, содержащихся в структурах разноранговых систем, привели нас к целесообразности задействовать: для минералов — механизм упорядочения структуры кристаллической решетки; для пород — последовательность выделения минералов из магмы при кристаллизации (эволюционные ряды минералов Боуэна); для формаций (тектонических этапов) — структурные отношения разнородных породных составляющих в одном из специфических режимов тектонических напряжений (растяжение и сжатие); для формационных рядов (тектонических циклов) — направленную смену структурных характеристик формаций на протяжении каждого тектонического цикла; для комплекса формационных рядов в пределах одной геоактивной зоны — эволюционную направленность смены структуры рядов во времени. В результате показано, что **естественная смена вещественного состава определяется соответствующей направленностью геодинамического режима** (рис. 1).

Серии формаций единого генетического типа характеризуют этапы, а формационные ряды —

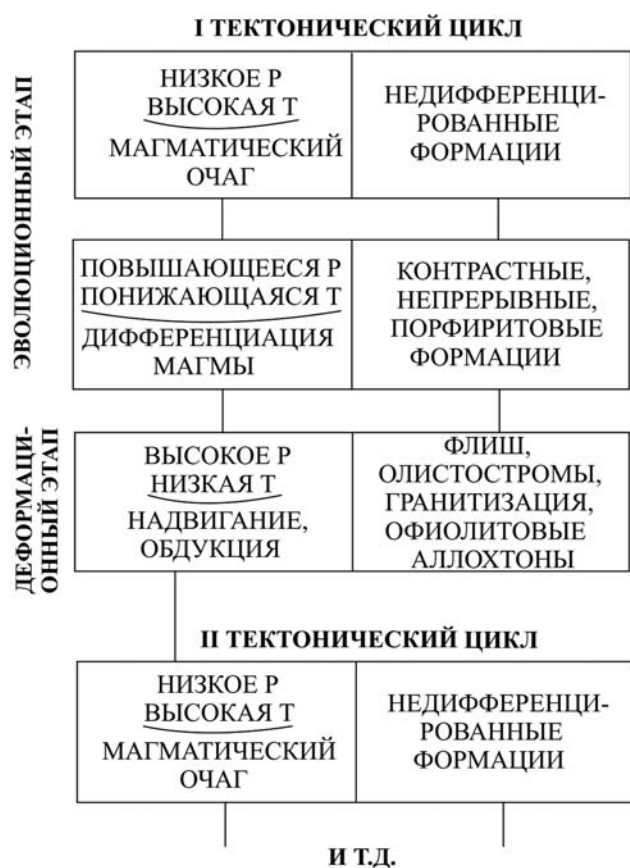


Рис. 1. Соответствие геодинамических условий, геологических процессов и вещественных комплексов в пределах одного тектонического цикла формирования земной коры

Fig. 1. Compliance with geodynamic conditions, geological processes and real complexes within one tectonic cycle of formation Earth crust

полные тектонические циклы. Те и другие образуются в условиях постепенно возрастающего тектонического давления тангенциального сжатия. При этом для первой половины тектонического цикла свойственен эволюционный характер накопления вещества, а для второй — деформационный. Для эволюционного этапа характерно образование изверженных пород с гомодромной направленностью вулканизма, сопровождаемого осадконакоплением определенного для каждой формации состава, а для деформационного — флишенакопление, олистостромообразование и активное надвигание геологических масс. Структурные особенности флиша, наращивающего каждый формационный ряд, свидетельствуют о высокой динамичности условий седиментации: а закономерная приуроченность шарьирования ко времени флишенакопления — о максимальном проявлении тан-

генциальных тектонических напряжений сжатия. Понятно, что шарьяжные структуры являются принадлежностью деформационных этапов каждого тектонического цикла.

Итак, становление формационного ряда началось в условиях малых значений сил горизонтального сжатия (эволюционный этап) и заканчивалось максимальными значениями, что отражалось очередным шарьированием (деформационный этап), его разрядкой и зарождением нового формационного ряда. Это обдукционная модель эволюции магматизма складчатых областей.

Смена эволюционного на деформационный этап является результатом возрастания напряжений бокового сжатия до критических для определенных пород значений. Вследствие этого, с одной стороны, залечиваются магмопроводящие разломы, закрываются каналы излиятий, с другой — разрушаются ранее сформированные толщи, накапливаются толщи флиша и олистостром, образуются интрузивные тела преобладающе кислого состава, происходит интенсивное надвигание и смятие возникших аллохтонов в складки.

Каждый тектонический этап многофазен. Тектоническая фаза соответствует времени формирования одной формационной единицы.

Приведенные выше сведения, касающиеся Южноуральской складчатой области, освещены в работах Т.Т. Казанцевой 1981–2015 гг. И уже из монографии 1987 г. следует: «...Установленные закономерности позволили предложить шарьяжно-надвиговую модель развития земной коры складчатой области уральского типа. Она базируется на признании ведущей роли крупных надвиговых перемещений в зарождении и течении важнейших геологических процессов, формирующих земную кору...» [Казанцева, 1987, стр. 138].

В итоге была обоснована двухстадийная, полициклическая и многоэтапная геодинамическая модель формирования земной коры Урала. В ней двухстадийность отвечает разнонаправленной тектонической режимности периодов становления складчатой области: растяжение либо сжатие; полициклическость — неоднократной повторяемости однотипных процессов в тектонической истории геоактивной в прошлом области; этапность — однонаправленной смене тектонических режимов в пределах каждого цикла. Показано, что земная кора Урала сформировалась в две тектонические стадии, сменяющие друг друга во времени, стадию растяжения и стадию сжатия. В первую, охватывающую в основном вторую половину рифея

и венд, сформировались океаническая кора Уральского палеоокеана, а также осадки пассивных окраин Восточно-Европейского континента. Во вторую, в основном палеозойскую накапливались и деформировались вулканогенно-осадочные серии восточного склона Урала, субплатформенные — западного склона, платформенные — Предуральского прогиба и восточной окраины Восточно-Европейского континента. Это соответствует тому, что формирование земной коры континентов осуществлялось мегациклично (под мегациклом понимается цикл Вильсона). Каждый мегацикл представлен двумя стадиями: стадией растяжения, которую мы назвали рифтогенно-спрединговой, и стадией сжатия (геосинклинальной в теории геосинклиналий, аккреционной и коллизионной — в новой глобальной тектонике, тектонического и геохимического взаимодействия океанической и континентальной кор в шарьяжно-надвиговой теории). В рифтогенно-спрединговую стадию — деструктивную для континентов, но конструктивную для океанов, образуется океаническая кора с доминантной мафической составляющей. В периоды тектонического взаимодействия океанической и континентальной коры наращивается новый сегмент последней. Следовательно, стадия определяется как геотектонический период с геодинамическими условиями одного знака, в течение которого формируется земная кора (океаническая либо континентальная). Каждая стадия представлена одним или несколькими тектоническими циклами. Тектонический цикл состоит из двух этапов. Эволюционный этап начинается с декомпрессии, возникающей как реакция толщ на отсутствие возможности дальнейшего продолжения обдукции, обусловившей тектоническое совмещение океанической и континентальной коры. Снятие давления (стресса) в зоне соприкосновения гетерогенных сред способствует появлению расплавленной магмы и сопровождается повышенным растрескиванием сопредельной области, обеспечивая хорошую проницаемость для магмы. Высокая температура и низкое давление — это те геодинамические условия, которые необходимы для начала излияния вулканических пород основного состава. Процесс дальнейшего постепенного возрастания тектонических тангенциальных напряжений сжатия обеспечивает дифференциацию магмы с характерным для вулканизма складчатых областей составом, строением и гомодромной направленностью. В результате вещественное выполнение эволюционного этапа представлено серией формаций

осадочно-вулканического происхождения. Степень дифференциации вещества прямо пропорциональна возрастанию давления. Максимально возросшие латеральные нагрузки ухудшают проницаемость аллохтона, ведут к закрытию магмоподводящих дизъюнктивов. Формируются флишево-олистостромовые комплексы, происходит массовое надвигание и сопутствующая ему складчатость. В пределах океанических зон в результате надвигания совмещаются океанические пластины, рождаются подводные хребты. Надвигание океанической коры на континентальную предопределяет очередное зарождение процесса, формирующего земную кору.

Выявленные авторами и установленные ранее закономерности позволили нам с новых позиций подойти к решению и ряда других остро дискуссионных геологических проблем, не нашедших удовлетворительного объяснения в свете иных геотектонических концепций. Ими являются следующие. 1. Происхождение складчатости вообще и нефтегазоносных структур в частности. 2. Генезис рудных и нерудных полезных ископаемых. 3. Горообразование. 4. Методика поисков полезных ископаемых с новых позиций. И некоторые другие.

Важнейшим нерешенным вопросом долгие годы считалась *проблема происхождения складчатости*. Оригинальные разработки происхождения складчатости, *генезиса предгорных прогибов и горообразования* были опубликованы М.А. Камалетдиновым и Ю.В. Казанцевым в 1972–1974 гг. Обстоятельные результаты представлены в монографии «Происхождение складчатости» (1981). Многие авторы называли ее проблемой № 1 геотектонической науки, имея в виду, что от ее решения зависит понимание и более общих вопросов развития литосферы, выяснение тех основных видов движений, которые вызывают образование деформаций земной коры и ее осадочного чехла.

В разные годы исследователями высказано несколько десятков гипотез генезиса складчатости. Поэтому многие геологи стали склоняться к мысли, что существует большое количество механизмов складкообразования. Но в этом случае исключалась возможность прогноза и эффективных поисков структур, с которыми связаны важнейшие полезные ископаемые, и в первую очередь углеводороды. И несмотря на то, что многие месторождения нефти уже были открыты, бытующие представления о том, что нефтегазоносные складки на платформах являются функцией только вертикальных блоковых движений, не позволяли предсказывать расположение структурных ловушек углеводородов.

На примерах многих складчатых областей России и других стран нами впервые была показана генетическая связь и подчиненность складок надвигом и послойным срывам осадочного чехла, а также кристаллического фундамента под действием сил бокового сжатия. Особенно это показательно на примере Предуральского передового прогиба. Здесь Ю.В. Казанцевым проанализирован огромный фактический материал, полученный по данным бурения, в результате чего выявлена важная закономерность приуроченности линейных положительных структур к фронтальным зонам надвигов. При этом принадлежностные крылья антиклиналей всегда оказывались более крутыми, нежели противоположные. Эта закономерность легла в основу происхождения нефтегазоносных структур [Казанцев, 1974; Камалетдинов, 1974; Камалетдинов, Казанцев, Казанцева, 1981].

Впервые предложен механизм формирования *предгорных прогибов* как погружение края континента под огромным весом скученных аллохтонов. Такой генезис пограничных зон между складчатыми областями и платформами согласуется со временем заложения их в периоды, следующие за максимальными проявлениями надвигания и складчатости. Это нашло отражение в их формационном составе (М.А. Камалетдинов, Р.А. Камалетдинов, 1988).

Изостатическое погружение краевой утоненной части континента под весом скученных аллохтонов складчатой области приводит к трансформации горизонтальных напряжений в вертикальные. Это создает особый тектонический режим *краевых прогибов*, являющийся промежуточным между геоактивным и платформенным. Регионы, подверженные его действию, характеризуются платформенным типом осадконакопления, но усложненным стилем дислоцированности, что обусловлено одновременностью действия еще продолжающегося горизонтального сжатия и порожденного им изостатического погружения, выраженного вертикальными колебательными движениями [Казанцева, 1987].

Совместно разрабатываются оригинальные теории *нефтегазонакопления и рудообразования*, основанные на двух основных факторах: источниках полезного компонента и механизме его концентрирования в залежи. Источниками рудного вещества, как правило, являются изверженные горные породы — производные эволюционного периода развития областей, а концентрация в залежах обеспечивается декомпрессионным меха-

низмом деформационного периода. Двухфакторная модель свойственна и образованию залежей углеводородов. Эти теории неоднократно публиковались, начиная с 1981 г.: Т.Т. Казанцева «Происхождение и развитие геосинклиналей», 1981; Т.Т. Казанцева, М.А. Камалетдинов, Ю.В. Казанцев, Н.А. Зуфарова «Происхождение нефти» [Казанцева и др., 1982]; М.А. Камалетдинов, Т.Т. Казанцева, Ю.В. Казанцев «Происхождение медноколчеданных руд», 1981.

Геодинамический механизм образования углеводородов показан нами в ряде работ [Казанцева и др., 1982; Казанцева, 2012; и др.]. Реферативное изложение его выглядит следующим образом. Силы бокового давления и повышенные в этих условиях значения температур в периоды максимальных тектонических напряжений сжатия распространяются в сторону центра платформы на определенные расстояния, вызывая в толще осадков с достаточным количеством органического вещества катагенетические преобразования последнего в углеводороды. Максимальное боковое сжатие обеспечивает скалывание толщ (надвигание) с формированием положительных структур. Резкое снижение давления в зонах надвигания благоприятствует миграции и нагнетанию углеводородов в одновременно формирующиеся ловушки. Следует заметить, что такой механизм снимает основные обвинения, выдвигаемые против органической теории нефтегазообразования неорганиками.

Такие идеи породили новые направления поисков залежей углеводородов, переоценку перспектив нефтегазоносности, что опубликовано в десятках работ, авторство которых либо индивидуально каждого из троих, но чаще совместное. Назовем некоторые из них. Это монография «Геология и перспективы нефтегазоносности Урала» (Камалетдинов и др., 1988); статьи: «Пути возрождения нефтедобычи в Башкортостане», в журнале Экономика и управление (Казанцев, 2002); «К оценке перспектив нефтегазоносности восточного склона Южного Урала», там же (Казанцева, 2002); «Открытие новых месторождений углеводородов...», там же (Камалетдинов, 2002). И многие, многие другие.

*Проблема генезиса руд*, связанная с решением достаточно широкого круга вопросов, получает удовлетворительное объяснение, если признать, что источником рудного вещества являлись магматические образования эволюционных этапов развития каждого тектонического цикла, а концентри-



рование его в залежи, образование месторождений тесно связано с деформационным этапом развития каждого тектонического цикла, с формированием структуры подвижной зоны. Для медноколчеданных руд Урала установлено совпадение во времени рудообразования и внедрения субвулканитов кислого состава с периодами флишенакпления, которое характеризует деформационные этапы каждого тектонического цикла. Это свидетельствует о том, что рудообразование осуществлялось в режиме интенсивного тангенциального сжатия, обуславливающего необходимые структурные и энергетические условия для формирования руд. В этом случае следует считать одним из металлогенетических законов следующий: чем больше тектонических циклов участвовало в образовании структуры и вещественного состава региона, тем выше его общие металлогенетические возможности. Важнейшими рудоконцентрирующими структурами при этом являются сингенетичные рудообразованию зоны надвигания.

Изучение структурного положения месторождений меди, цинка, железа, золота, платины, хрома, никеля и других металлов, а также алмазов показало, что они закономерно приурочены к надвиговым дислокациям, с которыми связаны генетически. Мобилизация рудного вещества медноколчеданных месторождений происходила в аллохтонных толщах базальтоидных вулканитов в условиях тангенциального сжатия, при участии субвулканов кислого состава, играющих, наряду с гидротермами, роль рудоконцентрирующего фактора. Преимущество такой гипотезы рудообразования заключается в следующем. Увязаны в единую цепь событий две группы фактов, ранее считавшихся принадлежностью двух альтернативных гипотез. Показана и объяснена конкретная связь процесса рудообразования с формированием структуры. Определено место рудообразования в общей системе геологических событий, формирующих земную кору континентов. Появилась возможность определять эпохи рудообразования и их энергетический источник и др. (Казанцева, 1987, 2012 и др.).

*Положительные формы рельефа*, так же как тектонические структуры, образованы горизонтальными движениями аллохтонов по надвигам и шарьяжам. Ярко проявляется зависимость форм рельефа от надвиговой тектоники в складчатых сооружениях всех возрастов. Горные хребты и возвышенности представляют собой области тектонического скупивания в Гималаях, на Кавказе, в Аппалачах, на Урале, на Тянь-Шане, в Крыму

(Камалетдинов, Казанцев, Казанцева, 1981 и др.). Генетическая связь орогении и шарьирования наблюдается и в настоящее время (Schafer, 1979).

На Урале всем аллохтонным структурам соответствуют положительные формы рельефа, возвышающиеся над породами постели, слагающими понижения. Региональные надвиговые чешуи, трассирующиеся вдоль западной границы складчатого Урала, всюду выражены линейными хребтами, получившими название передовых. Аллохтонные массы, погружаясь под собственным весом, образуют корни гор, глубина которых зависит от мощности пакета шарьированных образований. Наиболее высокие горные сооружения имеют более глубокие корни.

До недавнего времени главной методической ошибкой *в поисково-разведочных работах* оставалась недооценка ведущей роли региональных надвигов и горизонтальных движений в формировании складчатости, что хорошо видно на примере освоения многих нефтегазоносных регионов. Впоследствии выяснилось, что локальные складки группируются в линейно вытянутые валы, простирающиеся параллельно Уралу. Однако теоретических объяснений происхождения валов не существовало. Линейное четковидное распространение складок априори считалось невероятным и поэтому поиски их осуществлялись не на простирации, а вкрест, к востоку или западу от открытых структур. Закономерности во взаимном расположении складок еще не были поняты и поэтому не учитывались. В связи с такими представлениями поиски каждой складки велись изолированно, вне связи друг с другом. В результате антиклинали, приуроченные к единым надвиговым зонам, выявлялись с большими интервалами во времени. Сейчас мы хорошо знаем, что каждая надвиговая структура представляет собой богатую нефтегазоносную зону протяженностью в десятки и сотни километров, которую можно успешно разрабатывать лишь с учетом линейного распространения залежей углеводородов и контроля их региональными надвигами. Это открытие позволило разработать новую эффективную методику поисково-разведочных работ на нефть и газ, применимую практически во всех нефтегазоносных районах нашей и других стран. С учетом указанных положений разработана новая методика поисков рудных полезных ископаемых, практическое использование которой предлагается на Урале и в других складчатых областях.

Общность идеологической платформы позволила синтезировать полученные авторами вместе

и каждым индивидуально новые знания и закономерности в общую мобилистскую концепцию формирования земной коры планеты. Мы назвали ее шарьяжно-надвиговой. *Согласно ей все основные геологические процессы являются результатом закономерных проявлений возрастающей интенсивности тектонических тангенциальных напряжений.*

Шарьяжно-надвиговая теория эволюции земной коры в причинно-следственных связях определила место и роль каждого геологического события в сложном механизме глобальной эволюции. В ней нашли отражение важнейшие геологические законы: эволюционный характер, направленность и необратимость, цикличность, стадийность и этапность становления литосферы. С точки зрения этой теории основные геологические и смежные дисциплины получили новый импульс развития, в решении практических и теоретических вопросов намечился конкретный путь. В частности переоценивается перспективность регионов, площадей и стратиграфических горизонтов на открытие месторождений углеводородов и рудных полезных ископаемых, совершенствуются методические приемы их поисков.

В начальный период мы считали ее новой моделью геосинклинали процесса, что под названием «Геосинклинали развитие Урала» опубликовано в журнале Доклады АН СССР [1986], затем в издании Тектонофизика — «The geosynclinal development of the Urals» [1986]. На Международном геологическом конгрессе 1984 г. в Москве мною сделан доклад под таким же названием (Казанцева, Камалетдинов, 1984, 1986). Позже эту концепцию мы стали именовать моделью, а по мере повышения обоснованности, теорией. И то и другое с определением «шарьяжно-надвиговая» или «мобилистская», что в принципе равнозначно.

В 1988 г. появилась статья «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры континентов», посвященная академику АН СССР Александру Вольдемаровичу Пейве. Ее авторы: Т.Т. Казанцева, М.А. Камалетдинов и Ю.В. Казанцев. В этом же году напечатана и статья М.А. Камалетдинова, Т.Т. Казанцевой и Ю.В. Казанцева: «Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры — путь к ускорению научно-технического прогресса геологии».

Большое количество публикаций в соавторстве: М.А. Камалетдинов, Ю.В. Казанцев и Т.Т. Казанцева в период 1978—1991 г. Из них крупные монографии, в состав которых в виде отдельных глав или объемных ссылок включены перечисленные

выше публикации Т.Т. Казанцевой и Ю.В. Казанцева. Это «Шарьяжно-надвиговая структура фундаментов платформ», 1987 (совместно с Д.В. Постниковым); «Шарьяжно-надвиговая тектоника литосферы», 1991 (в соавторстве с Д.В. Постниковым и В.И. Козловым). Окончательный вариант теоретических положений опубликован в работе «Тектоника и эволюция» [Казанцева, 1990]. В ней обращено особое внимание на следующие положения: 1) геологические процессы и явления зарождаются в геодинамических условиях, создаваемых горизонтально направленными тектоническими силами; 2) состав геовещественных единиц определяется особенностями тектонического режима; 3) эволюция геологического вещества осуществляется при направленном изменении тектонических тангенциальных напряжений; 4) тектонические тангенциальные напряжения являются энергетическим обеспечением всех основных геологических процессов.

Начало девяностых годов прошлого столетия следует считать завершением основного этапа разработки шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры, так как в 1991 г., в это сложное в политическом плане для нашей страны время, она была представлена на государственную премию. Таким образом, создание новой мобилистской теории формирования земной коры, названной нами шарьяжно-надвиговой, длилось пятнадцать лет. Она разработана исследователями двух лабораторий Института геологии УНЦ РАН: «Геотектоника» и «Структурная геология и нефтегазоносность» в период с 1978 по 1992 г. Основными исполнителями ее являлись доктора наук: Ю.В. Казанцев, Т.Т. Казанцева и М.А. Камалетдинов при равнозначном вкладе каждого. В разработке отдельных вопросов принимал участие и кандидат наук Д.В. Постников.

Дальнейшее развитие и внедрение теории отражено в ряде публикаций Т.Т. Казанцевой (2000, 2001, 2006, 2010, 2012, 2015), Ю.В. Казанцева (1999, 2001, 2005, 2006, 2010). В 1998 и 2001 гг. появились и индивидуальные статьи М.А. Камалетдинова, одну из которых он назвал «Новая геология (теория шарьяжей)», а другую «Современная теория шарьяжей».

#### Список литературы:

Добрецов Н.Л., Кулаков И.Ю., Литасов К.Д., Кукарин Е.В. Значение геологии, экспериментальной петрологии и сейсмотомографии для комплексной оценки субдукционных процессов // Геология и геофизика. — 2015. — № 1–2. — С. 21–55.

*Йодер Х.* Образование базальтовой магмы. — М.: Мир, 1979. — 237 с.

*Казанцев Ю.В.* Геологическое строение и нефтегазонасыщенность Бельской впадины Предуральяского прогиба: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / БашНИПИнефть. — Уфа, 1974. — 21 с.

*Казанцев Ю.В.* Сдвиги в Южном Предуралье // Докл. АН СССР. — 1981. — Т. 257, № 1. — С. 957–961.

*Казанцев Ю.В.* Тектоника Крыма. — М.: Наука, 1982. — 112 с.

*Казанцев Ю.В.* Структурная геология Предуральяского прогиба. — М.: Наука, 1984. — 185 с.

*Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.* О методике картирования дислокаций горизонтального сжатия // Геология и разведка. — 1990. — № 1. — С. 113.

*Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Аржавитина М.Ю., Аржавитин П.В., Бехер Н.И., Терехов А.А., Попович С.В.* Структурная геология Крыма. — Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. — 155 с.

*Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Аржавитина М.Ю., Аржавитин П.В., Хайруллина Ф.В.* Структурная геология Магнитогорского синклиория Южного Урала. — М.: Наука, 1992. — 183 с.

*Казанцева Т.Т.* Происхождение и развитие геосинклиналей. — Уфа: БФАН СССР, 1981. — 26 с.

*Казанцева Т.Т.* Тектонические циклы и формационные ряды. — Уфа, 1983. — 37 с.

*Казанцева Т.Т.* Шарьяжно-надвиговая тектоника и особенности геосинклинального развития Урала: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. — Новосибирск, 1985. — 32 с.

*Казанцева Т.Т.* Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. — М.: Наука, 1987. — 169 с.

*Казанцева Т.Т.* Тектоника и эволюция. — Уфа: ИГ БНЦ УрО АН СССР, 1990. — 40 с.

*Казанцева Т.Т.* Основы шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры // Геология. Изв. Отд. наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. — 2000. — № 5. — С. 15–46.

*Казанцева Т.Т.* Геодинамическая модель рудогенеза // Георесурсы. 2012. № 8 (50). С. 3–9.

*Казанцева Т.Т.* Фундаментальные теории эволюции земной коры // Вестник АН РБ. — 2015. — Т. 20, № 3 (79). — С. 14–27.

*Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.* Структурный фактор в теоретической геологии. — Уфа: Гилем, 2010. — 325 с.

*Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.* Геосинклинальное развитие Урала // Докл. АН СССР. — 1986. — Т. 288, № 6. — С. 1449–1454.

*Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Зуфарова Н.А.* Происхождение нефти. — Уфа, 1982. — 30 с.

*Камалетдинов М.А.* Покровные структуры Урала. — М.: Наука, 1974. — 229 с.

*Камалетдинов М.А.* Ученые и время / АН Республики Башкортостан, Отд. наук о Земле и природных ресурсов. — Уфа: Гилем, 2007. — 320 с. — (Сер. Ученые Башкортостана).

*Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.* Происхождение складчатости. — М.: Наука, 1981. — 135 с.

*Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В.* Основные вопросы формирования земной коры Урала в палеозое. — Уфа: БФАН СССР, 1978. — 31 с.

*Смирнов Г.А.* Развитие научных взглядов на динамику Уральской горной системы. — Екатеринбург: Наука, Уральское отд., 1992. — 295 с.

*Фролова Т.И., Бурикова И.А.* Геосинклинальный вулканизм. — М.: Изд-во МГУ, 1977. — 264 с.

*Шатский Н.С.* О роли академика А.А. Борисяка в развитии русской геологии // Ученые геологического комитета. Очерки по истории геологических знаний. — М.: Наука, 1971. — С. 8–17.

*Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A.* Structural setting, genesis, and prospects for chalcopyrite ores in the south Urals // Russian Geology and Geophysics. — 1999. — V. 40. — P. 177–188.

### References:

*Dobretsov N.L., Koulakov I.Yu., Litasov K.D., Kukarina E.V.* An integrate model of subduction: Contributions from geology, experimental petrology, and seismic tomography // Russian Geology and Geophysics. 2015. Vol. 56, No. 1–2. P. 13–38. doi.org/10.1016/j.rgg.2015.01.002.

*Frolova T.I., Burikova I.A.* Geosinklinalnyi vulkanizm [Geosynclinal volcanism]. М.: МГУ, 1977. 264 p. (In Russian).

*Ioder Kh.* Obrazovanie bazal'tovoi magmy [Basaltic magma formation]. М.: Mir, 1979. 237 p. (In Russian).

*Kamaletdinov M.A.* Pokrovnye struktury Urala [Cover structures of the Urals]. М.: Nauka, 1974. 229 p. (In Russian).

*Kamaletdinov M.A.* Uchenye i vremya [Scientists and time] // Ser. Uchenye Bashkortostana / Akad. nauk Respubliki Bashkortostan, Otdelenie nauk o Zemle i prirodnykh resursov. Ufa: Gilem, 2007. 320 p. (In Russian).

*Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T.* Proiskhozhdenie skladchatosti [Origin of folding]. М.: Nauka, 1981. 135 p. (In Russian).

*Kamaletdinov M.A., Kazantseva T.T., Kazantsev Yu.V.* Osnovnyye voprosy formirovaniya zemnoy kory Urala v paleozoye [The main questions of the formation of the crust of the Urals in the Paleozoic]. Ufa: BFAN SSSR, 1978. 31 p.

*Kazantsev Yu.V.* Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' Bel'skoi vpadiny Predural'skogo progiba: Avtoref. kand. dis. [Geological structure and oil and gas potential of the Belsk depression of the Pre-Ural downwarp: Abstract. cand. dis.] / BashNIPIneft'. Ufa, 1974. 21 p. (In Russian).

*Kazantsev Yu.V.* Sdvigi v Yuzhnom Predural'e [Shifts in the Southern Urals] // Dokl AN SSSR. 1981. T. 257, No. 1. P. 957–961 (In Russian).

*Kazantsev Yu.V.* Tektonika Kryma [Crimea tectonics]. М.: Nauka, 1982. 112 p.

*Kazantsev Yu.V.* Strukturnaya geologiya Predural'skogo progiba [Structural Geology of the Pre-Ural Trough]. М.: Nauka, 1984. 185 p. (In Russian).

*Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T.* O metodike kartirovaniya dislokatsii gorizont'nogo szhatiya [About the method of mapping dislocations horizontal compression] // Geologiya i razvedka. 1990. No. 1. P. 113–121 (In Russian).

*Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A.* Structural setting, genesis, and prospects for chalcopyrite ores in the south Urals // *Russian Geology and Geophysics*. 1999. V. 40. P. 177–188.

*Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Arzhavitina M.Yu., Arzhavitin P.V., Bekher N.I., Terekhov A.A., Popovich S.V.* Strukturnaya geologiya Kryma [Structural Geology of Crimea]. Ufa: BNTS UrO AN SSSR, 1989. 155 p. (In Russian).

*Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A., Arzhavitina M.Yu., Arzhavitin P.V., Khairullina F.V.* Strukturnaya geologiya Magnitogorskogo sinklinoriya Yuzhnogo Urala [Structural Geology of the Magnitogorsk Synclinorium of the Southern Urals]. M.: Nauka, 1992. 183 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Proiskhozhdenie i razvitie geosinklinalei [The origin and development of geosynclines]. Ufa: BFAN SSSR, 1981. 26 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Tektonicheskie tsikly i formatsionnye ryady [Tectonic cycles and formation series]. Ufa, 1983. 37 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Sharyazhno-nadvigovaya tektonika i osobennosti geosinklinal'nogo razvitiya Urala: Avtoref. diss. ... dokt. geol.-min. nauk [Thrust-related tectonics and geosynclinal development of the Urals: Abstract dokt. geol. and min. sci. diss.]. Novosibirsk, 1985. 32 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Allokhtonnye struktury i formirovanie zemnoi kory Urala [Allochthonous structures and the formation of the crust of the Urals]. M.: Nauka, 1987. 169 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Tektonika i evoliutsiya [Tectonics and evolution]. Ufa: IG BNTS UrO AN SSSR, 1990. 40 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Osnovy sharyazhno-nadvigovoi teorii formirovaniya zemnoi kory [Fundamentals of the thrust theory of the formation of the earth's crust] // *Geologiya. Izv. Otd. nauk o Zemle i prirodnykh resursov AN RB*. 2000. No 5. P. 15–46 (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Geodinamicheskaya model' rudogeneza [Geodynamic model of ore genesis] // *Georesources*. 2012. No. 8 (50). P. 3–9 (In Russian).

*Kazantseva T.T.* Fundamentalnye teorii evoliutsii zemnoi kory [Basic theories on the evolution of the Earth's crust] // *Vestnik AN RB*. 2015. V.20, No. 3 (79). P. 14–27 (In Russian).

*Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A.* The Geosynclinal development of the Urals // *Tectonophysics*. 1986. V. 127, No. 3–4. P. 371–381. doi.org/10.1016/0040-1951(86)90071-5.

*Kazantseva T.T., Kazantsev Yu.V.* Strukturnyi faktor v teoreticheskoi geologii [Structural factor in theoretical geology]. Ufa: Gilem, 2010. 327 p. (In Russian).

*Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V., Zufarova N.A.* Proiskhozhdenie nefi [Origin of oil]. Ufa, 1982. 30 p. (In Russian).

*Shatskii N.S.* O roli akademika A.A. Borisyaka v razvitiu russkoi geologii [On the role of academic A.A. Borisyak in the development of Russian geology] // *Uchenye geologicheskogo komiteta. Ocherki po istorii geologicheskikh znaniy* [Scientists geological committee. Essays on the history of geological knowledge]. M.: Nauka, 1971. P. 8–17 (In Russian).

*Smirnov G.A.* Razvitie nauchnykh vzglyadov na dinamiku Ural'skoi gornoj sistemy [Development of scientific views on the dynamics of the Ural mountain system]. Ekaterinburg: Nauka. Ural'skoe otd., 1992. 295 p. (In Russian).

#### *Сведения об авторе:*

**Казанцева Тамара Тимофеевна**, академик АН РБ, доктор геолого-минералогических наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: ktt@ufaras.ru

#### *About the author:*

**Kazantseva Tamara Timofeevna**, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: ktt@ufaras.ru